



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 44 30 468 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
**F 25 B 49/02**  
F 25 D 29/00

DE 44 30 468 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 44 30 468.4  
⑯ Anmeldetag: 27. 8. 94  
⑯ Offenlegungstag: 29. 2. 96

⑯ Anmelder:  
Danfoss A/S, Nordborg, DK

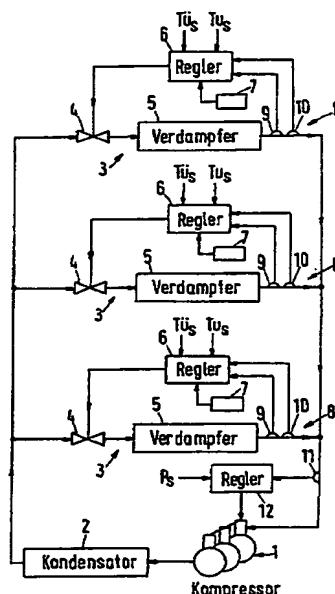
⑯ Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

⑯ Vertreter:  
U. Knoblauch und Kollegen, 60320 Frankfurt

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Regeleinrichtung einer Kühlvorrichtung

⑯ Eine Regeleinrichtung einer Kühlvorrichtung mit einem Kühlkreis, in dem ein Kompressor (1), ein Kondensator (2) und wenigstens ein Zweig (3) mit einem Expansionsventil (4) und einem Verdampfer (5) angeordnet sind, enthält einen Regler (6), eine Überhitzungstemperatur-Meßeinrichtung (8) und einen Umgebungstemperatur-Fühler (7). Der Regler (6) steuert das Expansionsventil (4) im Sinne einer Verminde-  
rung eines Unterschieds zwischen Soll- und Istwert der Überhitzungstemperatur, und der Kühlflüssigkeitszufluß zum Verdampfer (5) ist in Abhängigkeit vom Meßwert des Umgebungstemperaturfühlers (7) zur Konstanthaltung der Umgebungstemperatur steuerbar. Um die Kühlvorrichtung mit möglichst hohem Wirkungsgrad zu betreiben, ist dafür gesorgt, daß der mit dem Umgebungstemperaturfühler (7) verbundene Regler (6) stetig wirkt und, bei Erreichen einer Tiefkühltemperatur in einer ersten Betriebsart mit Überhitzungstemperaturregelung unter Einhaltung der maximal zu-lässigen Kühlflüssigkeitsfüllung im Verdampfer (5), auf eine zweite Betriebsart mit Steuerung des Kühlflüssigkeits-Füll-  
stands im Verdampfer (5) durch das Expansionsventil (4) im Sinne der Aufrechterhaltung der Tiefkühltemperatur um-schaltbar.



DE 44 30 468 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 96 508 069/368

6/28

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Regeleinrichtung einer Kühlvorrichtung mit einem Kühlkreis, in dem ein Kompressor, ein Kondensator und wenigstens ein Zweig mit einem Expansionsventil und einem nachgeschalteten Verdampfer hintereinander angeordnet sind, mit einem Regler, einer Meßeinrichtung für die Überhitzungstemperatur des Dampfes einer im Verdampfer verdampften Kühlflüssigkeit und einem Fühler für die Umgebungstemperatur des Verdampfers, wobei der Regler in Abhängigkeit von einem Unterschied zwischen Soll- und Istwert der Überhitzungstemperatur das Expansionsventil im Sinne einer Verminderung des Unterschieds steuert und der Kühlflüssigkeitszufluß zum Verdampfer in Abhängigkeit vom Meßwert des Umgebungstemperaturfühlers im Sinne einer Konstanthaltung der Umgebungstemperatur steuerbar ist.

Bei einer bekannten Kühlvorrichtung dieser Art ist es üblich, die Umgebungstemperatur, z. B. die Lufttemperatur im Kühlraum, mittels eines in der Kühlflüssigkeitsleitung vor dem Expansionsventil, das die Überhitzungstemperatur der im Verdampfer verdampften Kühlflüssigkeit steuert, liegenden Thermostatventils mit Zweipunkt-Verhalten in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Verdampfers zu steuern. Durch das wiederholte Öffnen und Schließen des Thermostatventils unterliegt die Umgebungstemperatur des Verdampfers starken Schwankungen. Da die Ein- und Ausschalt-Temperaturwerte des Thermostatventils unterschiedlich sein müssen, um ein zu häufiges Schalten zu vermeiden, andererseits die Temperatur des Kühlguts einen oberen Grenzwert nicht allzu lange überschreiten darf, liegt der sich durch das Ein- und Ausschalten des Thermostatventils ergebende Mittelwert der Umgebungstemperatur bzw. der Temperatur des Kühlguts verhältnismäßig weit unter dem zulässigen oberen Grenzwert der Kühlguttemperatur. Dementsprechend ist der Mittelwert der Kühlleistung, die umso höher ist, je niedriger die aufrechthaltende Temperatur ist, stets höher als erforderlich. Darüber hinaus unterliegt auch die Leistung des Kompressors starken Schwankungen, sei es, daß seine Drehzahl oder sein Druck stetig oder unstetig, letzteres durch Ein- und Ausschalten oder stufenweises Ändern seiner Leistung, wie bei einem mehrstufigen Kompressor, geändert wird, was aufgrund der Massenträgheit seiner bewegten Teile zusätzliche Energieverluste zur Folge hat.

Sodann ist die Verwendung zweier Ventile vor dem Verdampfer aufwendig.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Regeleinrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die bei einfacherem Aufbau einen höheren Wirkungsgrad der Kühlvorrichtung ergibt.

Erfundungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Regler ein stetiges Verhalten hat und mit dem Umgebungstemperaturfühler verbunden ist, daß der Regler, bei Erreichen einer Tiefkühltemperatur in einer ersten Betriebsart mit Überhitzungstemperaturregelung unter Einhaltung der maximal zulässigen Kühlflüssigkeitsfüllung im Verdampfer, auf eine zweite Betriebsart mit Steuerung des Kühlflüssigkeits-Füllstands im Verdampfer durch das Expansionsventil im Sinne der Aufrechterhaltung der Tiefkühltemperatur umschaltbar ist.

Bei dieser Lösung wird zu Beginn, gegebenenfalls nach einem Anlauf- und Abtauvgang, in einer ersten Betriebsphase, in der die erste Betriebsart angewandt

wird, das Kühlgut durch die Überhitzungstemperaturregelung mit maximalem Füllstand der Kühlflüssigkeit im Verdampfer sehr rasch bis auf die gewünschte tiefe Temperatur abgekühlt und danach in einer zweiten Betriebsphase, in der die zweite Betriebsart angewandt wird, d. h. durch stetige Regelung der Umgebungstemperatur, die Kühlguttemperatur auf dem gewünschten niedrigen Wert gehalten, indem die wirksame Kühlfläche des Verdampfers lediglich entsprechend dem Bedarf, d. h. den Wärmeverlusten des Kühlguts, durch die stetige Änderung des Öffnungsgrads des Expansionsventils und damit des Kühlflüssigkeits-Standes im Verdampfer gesteuert wird. Hierbei kann der Sollwert der Umgebungstemperatur so gewählt werden, daß er nahezu oder genau gleich der maximal zulässigen Tiefkühltemperatur des Kühlguts ist, also nicht wesentlich darunter liegt, wie bei einer Zweipunkt-Temperaturregelung, bei der der Sollwert gleich dem Mittelwert der schwankenden Temperatur gewählt wird. Auf diese Weise ergibt sich eine erhebliche Energieeinsparung. Aufgrund der stetigen Regelung sind keine Leistungssprünge auf Seiten des Kompressors erforderlich. So dann kommt man mit nur einem Ventil, dem Expansionsventil, aus.

Vorzugsweise ist dafür gesorgt, daß der Regler, bei Überschreitung eines Minimalwertes der Überhitzungstemperatur während der zweiten Betriebsart, auf die Regelung der Überhitzungstemperatur bis über den Minimalwert umschaltbar ist. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß auch bei der Regelung der Umgebungstemperatur in der zweiten Betriebsphase bzw. Betriebsart, in der die Umgebungstemperatur bzw. Kühlguttemperatur durch entsprechende Steuerung des Füllstands der Kühlflüssigkeit im Verdampfer, eine sogenannte "Flächensteuerung", bestimmt wird, der maximal zulässige Füllstand im Verdampfer aufgrund einer zu niedrigen Überhitzungstemperatur (Unterschreitung des Minimalwertes) nicht überschritten wird und damit sogenannte "Flüssigkeitsschläge" vermieden werden.

Sodann kann das Expansionsventil elektronisch steuerbar und der Regler ein elektronischer Regler sein. Diese Ausbildung ermöglicht einen raumsparenden Aufbau.

Bei mehreren im Kühlkreis parallel liegenden Zweigen mit je einem Expansionsventil und Verdampfer ist es günstig, wenn allen Zweigen ein Kompressor mit einstellbarer Leistung gemeinsam und jedem Expansionsventil ein eigener Regler der genannten Art zugeordnet ist. Eine solche Ausbildung ist bei größeren Kühlstationen, wie sie beispielsweise in Supermärkten für eine Vielzahl von Kühltruhen mit einem Mehrstuifen-Kompressor verwendet wird, vorteilhaft, weil durch die Anwendung der Erfindung hierbei ein häufiges Umschalten der Kompressorstufen vermieden wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

In einem Kühlkreis liegen ein Kompressor 1, ein Kondensator 2 und mehrere parallele Zweige 3 mit je einem Expansionsventil 4 und einem nachgeschalteten Verdampfer 5 hintereinander. Der Steuereingang jedes Expansionsventils 4 ist jeweils mit dem Ausgang eines eigenen Reglers 6 verbunden, dem einerseits ein Überhitzungstemperatur-Sollwert  $T_{US}$  und ein Umgebungstemperatur-Sollwert  $T_{US}$  sowie andererseits von einem die Umgebungstemperatur des Verdampfers, z. B. die Lufttemperatur im Kühlraum oder die Temperatur des Kühlguts, messenden Fühler 7 der Istwert der Umge-

## Patentansprüche

bungstemperatur und von einer Meßeinrichtung 8 für die Überhitzungstemperatur des Dampfes einer im Verdampfer 5 verdampften Kühlflüssigkeit die Meßwerte zugeführt werden. Die Meßeinrichtung 8 besteht im dargestellten Beispiel aus einem Fühler 9 für den Dampfdruck am Ausgang des Verdampfers 5 und andererseits einem Fühler 10 für die Temperatur am Ausgang des Verdampfers. Hierbei ist der Dampfdruck ein Maß für die Temperatur der Kühlflüssigkeit im Verdampfer, da diese Temperatur bei der Verdampfung der Siedetemperatur entspricht. Statt der dargestellten Ausbildung der Meßeinrichtung 8 könnte auch, (unter Beibehaltung des Fühlers 10) die Temperatur am Eingang des Verdampfers 5 gemessen werden. Aus den Meßwerten der Meßeinrichtung 8 ermittelt der Regler 6 dann durch Umformung des Druckmeßwertes in einen Temperaturmeßwert und Differenzbildung der beiden Temperaturmeßwerte den Istwert der Überhitzungstemperatur.

Jeder Regler 6 hat ein stetiges Verhalten. Sowohl die Expansionsventile 4 als auch die Regler 6 sind elektro-nisch ausgebildet.

An der Saugleitung des Kompressors 1 ist ein Druck-fühler 11 angeschlossen, der den Meßwert des Drucks einem Regler 12 zuführt. Dem Regler 12 wird außerdem ein Drucksollwert  $P_s$  zugeführt, wobei der Regler 12 den Druck und damit die Leistung des Kompressors 1 stufenweise regelt.

Während des Betriebs wird der vom Kompressor 1 verdichtete Kühlflüssigkeitsdampf im Kondensator 2 abgekühlt und dadurch wieder verflüssigt und anschlie-Bend über die Expansionsventile 4 dem jeweiligen Verdampfer 5 zugeführt.

In einer ersten Betriebsart oder Betriebsphase, gegebenenfalls nach einer Anlauf- und Abtauphase, arbeitet jeder Regler 6 mit Überhitzungstemperaturregelung unter Einhaltung der maximal zulässigen Kühlflüssigkeitsfüllung im zugeordneten Verdampfer 5. Bei Erreichen der gewünschten Tiefkühltemperatur wird der Be-trieb jedes Reglers 6 auf eine zweite Betriebsart umge-schaltet, in der der Kühlflüssigkeits-Füllstand im zugeordneten Verdampfer 5 durch das zugeordnete Expansionsventil 4 im Sinne der Aufrechterhaltung der durch den Fühler 7 gemessenen Umgebungstemperatur bei einem Umgebungstemperatur-Sollwert  $T_{us}$  entspre-chend der Tiefkühltemperatur gesteuert wird. Das heißt, der Umgebungstemperatur-Sollwert  $T_{us}$  wird gleich dem maximal zulässigen Tiefkühl-Temperaturwert ge-wählt, so daß die Kühlvorrichtung mit minimaler Ener-gie zur Aufrechterhaltung der gewünschten Tiefkühl-temperatur auskommt, im Gegensatz zu einer bislang angewandten Zweipunkt-Regelung der Umgebungs-temperatur bzw. der Temperatur des Kühlguts. Denn bei einer Zweipunkt-Temperaturregelung muß der Sollwert unter die maximal zulässige Kühlguttemperatur gelegt werden, weil durch die starken Schwankungen der Temperatur bei einer Zweipunkt-Temperaturrege-lung um einen Mittelwert, der gleich dem Sollwert ist, die maximal zulässige Kühlguttemperatur erheblich überschritten werden kann, wenn der Sollwert zu nahe an die maximal zulässige Kühlguttemperatur herange-legt wird.

Ferner ist auch die Häufigkeit der Schaltvorgänge des Kompressors aufgrund der stetigen Regelung erheblich verringert.

Entsprechende Vorteile ergeben sich auch bei einer Kühlvorrichtung mit nur einem Zweig 3 statt mehrerer paralleler Zweige 3.

1. Regeleinrichtung einer Kühlvorrichtung mit ei-nem Kühlkreis, in dem ein Kompressor (1), ein Kondensator (2) und wenigstens ein Zweig (3) mit einem Expansionsventil (4) und einem nachgeschal-teten Verdampfer (5) hintereinander angeordnet sind, mit einem Regler (6), einer Meßeinrichtung (8) für die Überhitzungstemperatur des Dampfes einer im Verdampfer (5) verdampften Kühlflüssigkeit und einem Fühler (7) für die Umgebungstemperatur des Verdampfers (5), wobei der Regler (6) in Abhängigkeit von einem Unterschied zwischen Soll- und Istwert der Überhitzungstemperatur das Expansionsventil (4) im Sinne einer Verminderung des Unterschieds steuert und der Kühlflüssigkeitszufluß zum Verdampfer (5) in Abhängigkeit vom Meßwert des Umgebungstemperaturfühlers (7) im Sinne einer Konstanthaltung der Umgebungstemperatur steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (6) ein stetiges Verhalten hat und mit dem Umgebungstemperaturfühler (7) verbun-den ist, daß der Regler (6), bei Erreichen einer Tiefkühltemperatur in einer ersten Betriebsart mit Überhitzungstemperaturregelung unter Einhal-tung der maximal zulässigen Kühlflüssigkeitsfüllung im Verdampfer (5), auf eine zweite Betriebsart mit Steuerung des Kühlflüssigkeits-Füllstands im Verdampfer (5) durch das Expansionsventil (4) im Sinne der Aufrechterhaltung der Tiefkühltemperatur umschaltbar ist.

2. Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-kennzeichnet, daß der Regler (6), bei Unterschrei-tung eines Minimalwertes der Überhitzungstempe-ratur während der zweiten Betriebsart, auf die Re-gelung der Überhitzungstemperatur bis über den Minimalwert umschaltbar ist.

3. Regeleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, da-durch gekennzeichnet, daß das Expansionsventil (4) elektronisch steuerbar und der Regler (6) ein elek-tronischer Regler ist.

4. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren im Kühlkreis parallel liegenden Zweigen (3) mit je ei-nem Expansionsventil (4) und Verdampfer (5) allen Zweigen ein Kompressor (1) mit einstellbarer Leis-tung gemeinsam und jedem Expansionsventil (4) ein eigener Regler (6) der genannten Art zugeord-net ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

